

## PEMBUATAN BIODIESEL BIJI KEPUH (*STERCULIA FOETIDA L.*) DENGAN PROSES ALKOHOLISIS DENGAN KATALISATOR BUANGAN PROSES PERENKAHAN MINYAK BUMI PERTAMINA UNIT II PALEMBANG

### ALKOHOLYSIS PROCESS FOR MANUFACTURING KEPUH SEED (*STERCULIA FOETIDA L.*) BIODIESEL WITH WASTED CATALYST FROM PERTAMINA UNIT II IN PALEMBANG

Kiagus Ahmad Roni

Dosen Universitas Muhammadiyah Palembang

e-mail: kiagusaroni@yahoo.com

Diajukan: 2 April 2012; Disetujui: 8 Juni 2012

#### Abstrak

Minyak biji kepuh (*Sterculia foetida L.*) belum banyak dimanfaatkan. Oleh karena itu, minyak biji kepuh ini perlu diolah, antara lain dengan proses alkoholisis, memakai katalisator buangan perengkahan minyak bumi Pertamina Unit II Palembang, yang juga merupakan limbah, agar dapat dimanfaatkan. Alkoholisis minyak biji kepuh pada tekanan lebih dari satu atmosfer dengan katalisator buangan perengkahan minyak bumi Pertamina Unit II Palembang, dijalankan dalam reaktor yang berupa autoklaf, yang dilengkapi dengan manometer, termometer, kran pengambil cuplikan, pemanas, dan pengaduk. Mula-mula autoklaf diisi minyak biji kepuh, alkohol, dan katalisator dengan jumlah tertentu, lalu pemanas dan pengaduk dihidupkan dan diatur. Cuplikan diambil pada setiap selang waktu 10 menit dan selanjutnya lapisan bawah dianalisis kadar gliserolnya dengan cara asetin. Pada kisaran tertentu, peningkatan suhu, persentase katalisator, kecepatan putaran pengaduk, dan perbandingan etanol-minyak, mengakibatkan konversi gliserid bertambah. Berdasarkan nilai  $k''$ , indeks Reynolds, perubahan nilai  $k''$  untuk setiap kenaikan suhu  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , dan nilai tenaga pengaktif, ternyata reaksi kimialah yang mengendalikan kecepatan reaksi keseluruhan. Alkoholisis minyak biji kepuh mengikuti reaksi orde satu semu terhadap gliserid. Tetapan kecepatan reaksi  $k''$  mempunyai persamaan  $k'' = 1659,2152 e^{-4668,74/T} (7,4976 \cdot 10^{-3} + 4,6455 \cdot 10^{-3}H) N^{0,0529} P^{0,1824}$  dengan ralat rata-rata hasil percobaan terhadap persamaan sebesar  $\pm 13,66\%$  untuk  $k''$ , dan penyimpangan  $x \pm 8,89\%$ . Keadaan proses yang relatif baik, dijumpai pada waktu 60 menit, suhu  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ , persentase katalisator  $2\%$ , kecepatan pengadukan 310 ppm, dan perbandingan alkohol-minyak 6 mg/kg. Pada keadaan itu konversi mencapai 0.7091 bagian.

**Kata Kunci :** Biodiesel, kepuh, alkoholisis, katalis buangan

#### Abstract

Kepuh (*Sterculia foetida L.*) seed oil is not utilized yet. Therefore, it should be processed to produce valuable product. One of the possible methods is alcoholysis with wasted solid catalyst obtained from Pertamina Unit II located in Palembang, as catalyst. With this process some benefits might be obtained from these wastes. The alcoholysis of kepuh seed oil with ethanol and reactivated used solid catalyst at higher pressure was accomplished in an autoclave provided with manometer, thermometer, sampling device, heater, and mixer. The experiment was started by filling the autoclave with kepuh seed oil, alcohol, and the catalyst, then the heater and the mixer were switched on. Samples were taken out at 10 minutes intervals, and after being separated, the bottom layer was analyzed in order to determine its glycerol content using acetin method. By raising the temperature, catalyst concentration, rate of mixing, and ethanol-oil ratio, the glyceride conversion increased. From the value of  $k''$ , Reynolds index, the change of  $k''$  value with  $10^{\circ}\text{C}$  increase of temperature, and the value of the activation energy, it seemed that

chemical reaction controlled the process. The alcoholysis of kepuh seed oil followed pseudo first order reaction with respect to the glyceride concentration. The equation of the reaction rate constant,  $k''$ , can be presented as :  $k'' = 1659.21.52 e^{-4668.74/T} \{7.4976(10^{-3}) + 4.6455(10^{-3})H_2N^{0.0529}P^{0.1824}\}$ , with an experunental error  $\pm 13.66\%$  for  $k''$ , and a deviation of  $x$  of  $\pm 8.89\%$ . The relative favorable process conditions, were 60 minutes of reaction time, temperature of  $110^\circ\text{C}$ , catalyst concentration of  $2\%$ , mixing velocity of  $310\text{ rpm}$ , and alcohol-oil ratio of  $6\text{ mgek/mgek}$ . Under this a condition the conversion was  $70.91$

**Keywords :** Biodiesel, Kepuh, alcoholysis, wasted catalyst

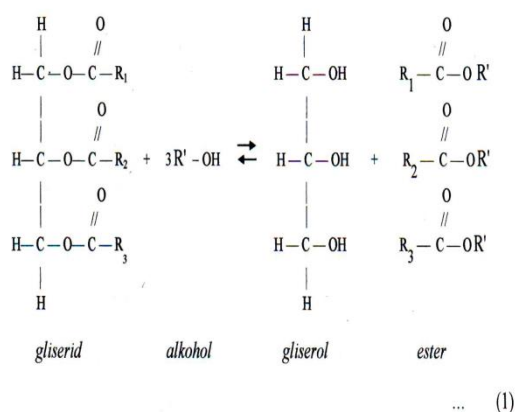
## PENDAHULUAN

Minyak bumi merupakan sumber energi yang tidak terbarukan. Peningkatan penggunaan bahan bakar, mengakibatkan persediaan minyak bumi semakin menipis, sehingga jika sumber-sumber baru tidak ditemukan, maka dalam waktu yang tidak terlalu lama, minyak bumi harus diimpor.

Pemanfaatan pohon kepuh (*Sterculia foetida* L.) baru terbatas pada kayunya, sedangkan buah, daun, dan bijinya belum banyak dimanfaatkan. Alkoholisis minyak nabati telah banyak dilakukan, terhadap minyak biji karet (Andaka, 1990), minyak biji nyamplung (Faroug, 1995), minyak biji kapuk (Sofiyah dkk., 1995), minyak goreng bekas (Lestari, 1997).

Di beberapa negara, biodiesel dari minyak nabati telah diproduksi dan dikonsumsi dalam jumlah banyak. Pada tahun 2008 produksi biodiesel Amerika Serikat mencapai 700 juta gallon (Anonim, 2008).

Persamaan reaksi alkoholisis minyak nabati dapat ditulis sebagai berikut :



Dengan  $\text{R}_1$ ,  $\text{R}_2$ ,  $\text{R}_3$ , dan  $\text{R}'$  adalah gugus alkil.

Pada persamaan (1) terlihat bahwa 1 mol gliserid, yang mempunyai 3 gugus asam lemak, bereaksi dengan 3 mol etanol menghasilkan 1 mol gliserol dan 3 mol ester asam lemak. Dalam hal ini 1 mol gliserid sama dengan 3 ekuivalen, dan 1 mol etanol sama dengan 1 ekuivalen, sebab itu kalau dinyatakan dalam ekuivalen, maka persamaan (1) dapat dituliskan menjadi:



Pada proses ini, kemungkinan reaksi yang terjadi, yaitu : 1) pereaksi A dan B keduanya terjerap dan teraktifkan oleh katalisator lalu disusul dengan reaksi kimia pada permukaan katalisator, 2) hanya pereaksi A yang terjerap dan teraktifkan oleh katalisator, kemudian dilanjutkan dengan reaksi kimia antara A yang terjerap dengan B yang tetap berada dalam fase cair, dan 3) katalisator padat melepaskan ion hidrogen ( $\text{H}^+$ ) dari permukaannya ke dalam cairan yang berisi A dan B, lalu disusul dengan reaksi kimia antara A dan B.

Dengan melihat penelitian yang sejenis, ternyata reaksi kimia terjadi pada fase cair. Karena itu, maka persamaan kecepatan reaksi dapat ditulis dengan :

$$r = k C_{\text{AL}} C_{\text{BL}} \quad (3)$$

Bila  $C_{\text{BL}}$  konstan, dan selanjutnya  $k C_{\text{BL}}$  dinyatakan dengan  $k'$ , maka :

$$r = -\frac{dC_{\text{AL}}}{dt} = k' C_{\text{AL}} \quad (4)$$

Seterusnya, dengan memasukan konversi  $x_A$ , dan setelah diatur dan

diinteralkan, maka persamaan (4) berubah menjadi :

$$-\ln(1 - x_A) = k't + b \quad (5)$$

Bila hubungan antara  $-\ln(1 - x_A)$  hasil penelitian dilukis terhadap  $t$ , dan ternyata diperoleh garis lurus, maka nilai  $k'$  sama dengan tangen arah garis itu.

Pohon kepuh (*Sterculia foetida* L.) merupakan tanaman yang mudah tumbuh di daerah tropis, terutama di daerah daratan rendah, berbuah sangat lebat sepanjang tahun, banyak ditanam sebagai perindang jalan di luar kota, di hutan-hutan tropis, dan di sekitar pekuburan. Selama ini pemanfaatan tanaman kepuh baru terbatas pada kayunya, yaitu untuk membuat peti dan kayu bakar, sedangkan buah, daun, dan bijinya belum banyak dimanfaatkan. Di beberapa daerah, kulit buah kepuh dipakai untuk menghentikan pendarahan pada hidung, daunnya untuk obat demam, dan bijinya untuk obat batuk. Biji kepuh mengandung minyak yang agak beracun, warnanya kuning, mudah menjadi padat, dan dapat untuk obat borok (Shadily, 1982). Karena itu, pengelolaan minyak biji kepuh cukup menarik dan diharapkan dapat menghasilkan bahan yang lebih bermanfaat, dan bernilai ekonomi tinggi.

Proses alkoholisis minyak biji kepuh ini dilaksanakan pada suhu tinggi, sehingga kecepatan reaksi akan lebih besar. Di samping itu, pemakaian katalisator padat akan memberikan keuntungan, diantaranya katalisator mudah dipisahkan dengan cara dekantasi atau filtrasi, dan kemurnian hasil lebih tinggi. Setelah dipisahkan katalisator dapat digunakan lagi.

Pada penelitian ini dipakai katalisator bekas pengolahan minyak bumi Unit II Pertamina Palembang, dan zat padat itu merupakan limbah B3. Untuk pengolahan limbah itu diperlukan biaya yang besar.

Pemakaian autoklaf yang dilengkapi pengaduk menyebabkan pencampuran zat-zat pereaksi lebih sempurna dibandingkan dengan autoklaf yang diputar. Selain itu, pengambilan cuplikan dapat dilakukan tanpa menghentikan proses yang sedang

berlangsung. Sebaliknya, pada autoklaf yang diputar, selain pencampurannya kurang sempurna, pengambilan cuplikan harus didahului dengan menghentikan proses, sehingga mungkin telah terjadi pemisahan pada saat pengambilan cuplikan. Cuplikan yang diambil kurang akurat untuk keperluan analisis.

Kalau penelitian ini memberikan hasil yang baik, manfaat yang diharapkan adalah ; 1. Untuk negara dan masyarakat : a) meningkatkan nilai tambah minyak kepuh dengan mengubah bahan itu menjadi ester dan gliserol, b) mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buah kepuh yang jatuh sendiri, dan berserakan pada waktu berbuah, c) memanfaatkan katalisator bekas proses perengkahan Pertamina Unit II Palembang sebagai katalisator, yang selama ini hanya dibuang, sebagai limbah B3 sehingga biaya pengolahan limbah dapat dikurangi. 2. Untuk ilmu pengetahuan diperoleh data tetapan kecepatan etanolisis minyak biji kepuh memakai katalisator bekas dengan tekanan lebih dari 1 atm.

Penelitian ini bertujuan mempelajari : a) kinetika reaksi etanolisis minyak biji kepuh dengan katalisator bekas pada tekanan di atas satu atmosfer, dan b) sifat-sifat ester hasil sebagai bahan bakar motor disel.

## BAHAN DAN METODE

### A. Bahan

Minyak biji kepuh diperoleh dengan cara mengempa biji kepuh Setelah dikeringkan, dikuliti, dan dihaluskan, minyak biji kepuh diambil dengan cara pengempaan memakai alat *Hydraulic press*. Hasil dianalisis, rapat minyak 0,9199 g/mL, ekuivalen asam bebas 0,0204 mgek/g minyak, dan ekuivalen asam total 3,1217 mgek/g minyak. Nilai kalornya adalah 9.952,89 kal/gram.

Etanol didapat dari pasaran di sekitar Palembang, Sumatera Selatan. dan rapatnya 0,7979 g/cm<sup>3</sup>. Daftar 3-109 (Perry and Green, 1984 :3-89) diperoleh kadar 94,45 %. Katalisator padat berupa serbuk zeolit bekas katalisator proses Perengkahan

Pertamina Unit II Palembang, yang berwarna abu-abu tua. Untuk menghilangkan carbon yang terjerap, maka katalisator bekas itu dipanaskan di dalam oven pada suhu lebih dari 400 °C sehingga warnanya berubah menjadi abu-abu muda. Katalis ini yang akan digunakan sebagai katalisator.

## B. Peralatan

Rangkaian alat yang diusulkan dapat dilihat pada Gambar 1. Reaktor yang akan digunakan berupa Autoclaf yang dilengkapi dengan penyekat panas, pengaduk, pemanas, termometer, manometer, dan kran pengambil cuplikan.

## C. Metode Penelitian

Minyak Biji Kepuh, etanol, dan katalisator padat dimasukkan ke dalam autoklaf, kemudian ditutup rapat. Pemanas dan penggerak pengaduk dihidupkan. Suhu dan kecepatan pengadukan dipertahankan tetap dengan mengatur powerstat masing-masing. Sesudah suhu konstan tercapai, cuplikan diambil setiap selang waktu 10 menit, lalu didinginkan dan pusingkan untuk mempercepat pemisahan menjadi dua lapis.

## D. Peubah

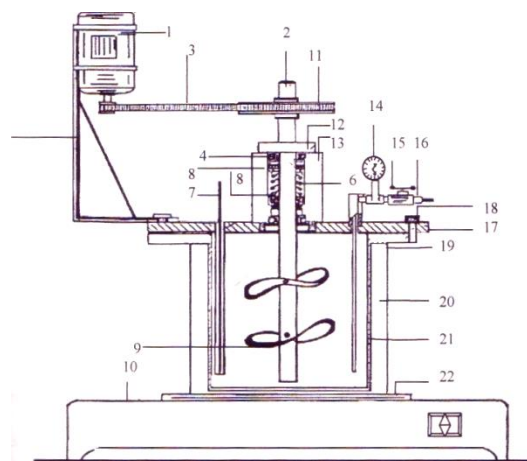
Untuk mengetahui kinetika reaksi, dipelajari pengaruh jumlah katalisator, kecepatan pengadukan, suhu reaksi, dan perbandingan ekivalen etanol-minyak pada jangka waktu 10 - 60 menit.

## E. Analisis hasil

Cuplikan yang diambil ditimbang pada setiap selang waktu 10 menit untuk ditentukan kadar gliserolnya dengan cara asetin (Griffin, 1955). Cuplikan ditimbang beratnya lalu dimasukkan ke dalam alat pemusing untuk memisahkan lapisan atas dengan lapisan bawah. Apabila batas antara kedua lapisan sudah jelas, lapisan atas diambil dengan pipet, dan lapisan bawah ditimbang lagi, dan sisa etanol diuapkan. Seterusnya, cairan itu diambil kurang lebih 1,3 gram, dimasukkan ke dalam erlemeyer, lalu ditambah 3 gram natrium asetat, dan 7,5 mL anhidrid

asam asetat. Campuran dididihkan selama 1 jam dengan memasang pendingin balik pada erlemeyer. Setelah dididihkan, campuran didinginkan hingga suhu sekitar 50 °C, lalu ditambah 50 mL air suling yang suhunya sama melalui pendingin balik, dan pendinginan dilanjutkan.

Campuran yang telah dingin dinetralkan dengan NaOH 3N memakai indikator fenolptalin sampai terbentuk warna merah muda. Lalu ditambah lagi 10 mL NaOH 1N, kemudian dididihkan selama 15 menit, dan dilanjutkan dengan pendinginan. Setelah dingin, campuran dititrasi dengan HCl 1N sampai warna merah hilang. Dilakukan titrasi blanko dengan cara yang sama, tetapi tanpa cuplikan.



Gambar 1. Rangkaian Alat etanolisis minyak biji kepuh

Keterangan Gambar:

- |                     |                           |
|---------------------|---------------------------|
| 1. Motor pengaduk   | 12. Penahan poros         |
| 2. Poros            | 13. Rumah perapat tekanan |
| 3. Sabuk penghubung | 14. Manometer             |
| 4. Lager            | 15. Kran pengatur         |
| 5. Dudukan motor    | 16. Saluran               |
| 6. Pir penahan      | 17. Tutup selinder        |
| 7. Termometer       | 18. Baut pengeras         |
| 8. Perapat tekanan  | 19. Tabung pelindung      |
| 9. Pengaduk         | 20. Penyekat panas        |
| 10. Kompor listrik  | 21. Selinder utama        |
| 11. Roda penggerak  | 22. Pemanas spiral        |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh suhu reaksi

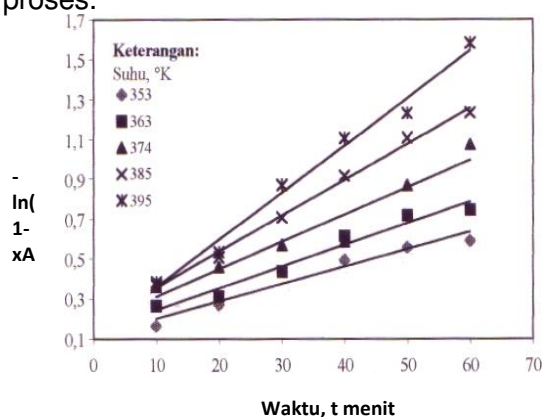
Pengaruh suhu reaksi dapat dilihat pada Tabel 1. Makin tinggi suhu reaksi, konversi makin bertambah, sebab gerakan molekul-molekul pereaksi makin

besar.

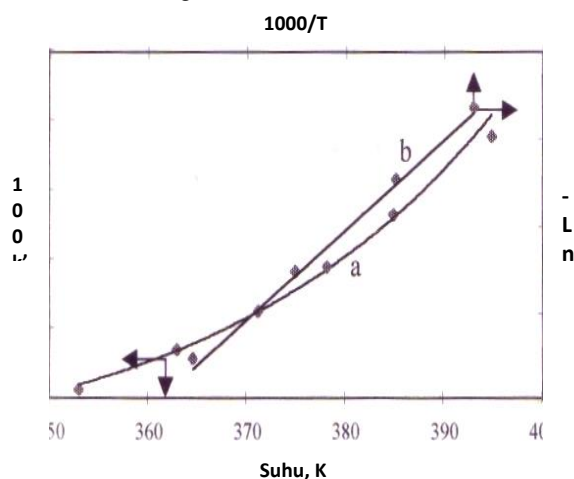
**Tabel 1. Pengaruh suhu reaksi**  
(kecepatan pengaduk 300 ppm, etanol/minyak = 6 mgek/mgek, katalisator 2 % berat minyak)

Waktu menit	Konversi, x bagian, pada suhu				
	353 °C	363 °C	373 °C	383 °C	393 °C
10	0,2296	0,2501	0,3031	0,3069	0,3186
20	0,2652	0,2926	0,3665	0,3975	0,4121
30	0,3013	0,3577	0,4316	0,5054	0,5808
40	0,3234	0,4004	0,4954	0,5995	0,6685
50	0,3571	0,4601	0,5799	0,6697	0,7082
60	0,4326	0,5055	0,6582	0,7087	0,7939
$k'(10^2)$ menit <sup>-1</sup>	0,5605	0,8461	1,4039	1,8138	2,3757
b	0,1915	0,1886	0,1765	0,1707	0,1184

Hubungan  $-\ln(1-x_A)$  dengan waktu, t menit, ternyata titik-titiknya mendekati garis lurus (Gambar 2). Dengan cara kuadara terkecil, persamaan (5) dapat diselesaikan untuk menghitung nilai  $k'$  dan b. Ternyata bahwa kenaikan suhu 10°C meningkatkan nilai  $k'$  1,2921-1,6591 kali. Kenaikan  $k'$  seperti ini pada suhu yang agak tinggi, sesuai dengan yang dikemukakan oleh Westerterp (1984). Reaksi kimialah yang mengendalikan proses.



Gambar 2. Hubungan antara  $-\ln(1-x_A)$  dengan waktu dan suhu



Gambar 3. Hubungan suhu dengan  $k'$

Hubungan antara konstanta kecepatan reaksi,  $k'$ , dengan suhu reaksi,  $T^\circ K$ , ditunjukkan Gambar 3, dan persamaannya :

$$k' = 10401,1132 e^{-5081,9053 / T} \quad (6)$$

kesalahan rata-rata  $k$  hasil penelitian mencapai 4,79 % dan penyimpangan  $x \pm 3,49$  %. Tenaga pengaktif  $E$  bernilai 10062,17 cal/gmol dan faktor frekuensi  $A$  10401,11 menit<sup>-1</sup>. Hal ini juga memperkuat anggapan bahwa reaksi kimia yang mengendalikan proses sesuai dengan yang dikemukakan oleh Westerterb (1984).

### Pengaruh persentase katalisator

Dari Tabel 2 tampak bahwa konversi gliserid meningkat dengan naiknya persentase katalisator, karena zat-zat pereaksi yang teraktifkan makin banyak, sehingga tumbukan yang terjadi makin besar.

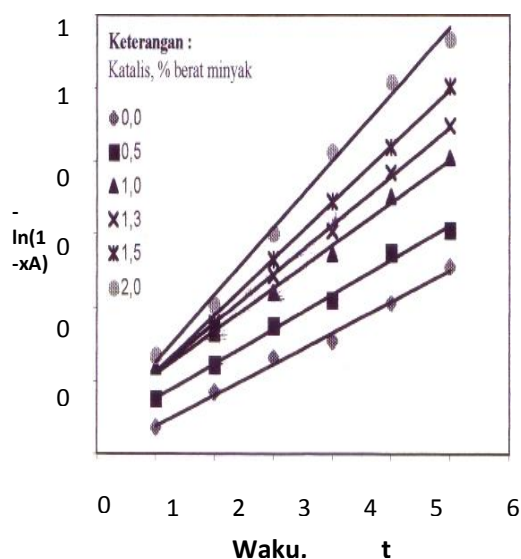
Nilai  $k'$  merupakan tangen arah hubungan antara  $-\ln(1-x_A)$  dengan waktu, t menit (Tabel 2 dan Gambar 4).

**Tabel 2. Pengaruh persentase katalisator**  
(Suhu 110 °C, kecepatan pengaduk 320 ppm, etanol/minyak = 6 mgek/mgek)

Waktu, menit	Konversi, x bagian, pada persentase katalisator		
	0 %	0,5 %	1 %
10	0,1578	0,2217	0,2874
20	0,2361	0,2916	0,3489
30	0,3052	0,3632	0,4178
40	0,3360	0,4057	0,4752
50	0,4017	0,4775	0,5528
60	0,4573	0,5090	0,5974
$k'(10^2)$ menit <sup>-1</sup>	0,8502	0,9388	1,1673
b	0,1511	0,1593	0,2028

**Tabel 2. Pengaruh persentase katalisator (lanjutan)**  
(Suhu 110 °C, kecepatan pengaduk 320 ppm, etanol/minyak = 6 mgek/mgek)

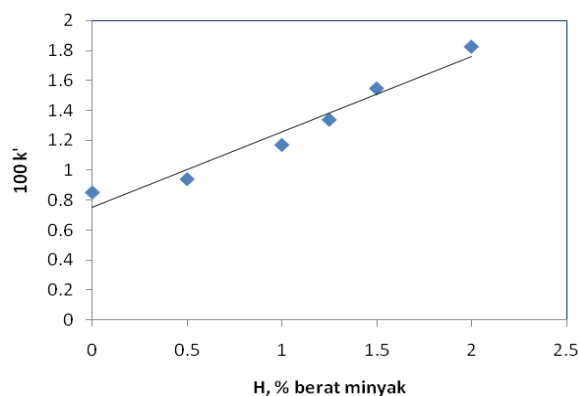
Waktu, menit	Konversi, x bagian, pada persentase katalisator		
	1,25 %	1,5 %	2%
10	0,2909	0,2921	0,2921
20	0,3566	0,3662	0,3662
30	0,4442	0,4671	0,4671
40	0,5071	0,5456	0,5456
50	0,5813	0,6089	0,6089
60	0,6309	0,6688	0,6688
$k'(10^2)$ menit <sup>-1</sup>	1,3354	1,5445	1,8229
b	0,1904	0,1699	0,1719

Gambar 4. Hubungan  $-\ln(1-x_A)$ 

Jika hubungan antara  $k'$  dengan persentase katalisator terhadap berat minyak ( $H$ ), diperoleh garis yang hampir lurus (lihat Gambar 5), yang dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$k' = 7,4976(10^{-3}) + 5,0566(10^{-3})H \quad (7)$$

dan kesalahan  $k'$  hasil penelitian rata-rata 6,00% dan penyimpangan  $x \pm 3,91$  %.

Gambar 5. Hubungan antara  $k'$  dengan persentase dengan waktu dan persentase katalisator

Nilai  $k_0$  sebesar  $7,4976 \times 10^{-3}$  yang diperoleh tidak jauh berbeda dengan nilai  $k'$  yang tidak menggunakan katalisator  $8,502 \times 10^{-3}$ .

Hal ini mungkin disebabkan oleh sifat asam yang dimiliki oleh alkohol yang dipakai. Dengan demikian terbukti bahwa reaksi kimia yang terjadi dalam fase cair dan berorde satu semu terhadap gliserid (Hill., 1977)

### Pengaruh Kecepatan Putaran Pengadukan

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa, konversi gliserid makin meningkat dengan bertambahnya kecepatan putaran pengaduk, karena gerakan molekul-molekul zat pereaksi menjadi makin besar, sehingga tumbukan juga bertambah. Tetapi, kenaikan konversi tidak besar. Dapat dikatakan bahwa reaksi kimia yang menentukan kecepatan reaksi keseluruhan.

Grafik hubungan  $-\ln(1-x_A)$  dengan waktu,  $t$  menit, menunjukkan bahwa titik-titik yang diperoleh tidak banyak menyimpang dari garis-garis lurus yang terbentuk (Gambar 6). Dapat disimpulkan bahwa reaksi alkoholisis minyak biji kepuh dengan katalisator padat, dikendalikan oleh reaksi kimia yang berorde satu semu terhadap gliserid.

**Tabel 3. Pengaruh kecepatan pengaduk** (Suhu  $110^\circ\text{C}$ , katalisator 2 % berat minyak, etanol/minyak = 6 mg/mg)

Waktu, menit	Konversi, x bagian, pada kecepatan putaran pengaduk			
	260 ppm	280 ppm	300 ppm	320 ppm
10	0,2772	0,2884	0,3069	0,3099
20	0,3696	0,3805	0,3975	0,3968
30	0,4846	0,4999	0,5054	0,5056
40	0,5719	0,5921	0,5995	0,6035
50	0,6572	0,6621	0,6697	0,6734
60	0,6946	0,7009	0,7087	0,7091
$k'(10^2)$ menit <sup>-1</sup>	1,8061	1,8134	1,8138	1,8230
b	0,1277	0,4483	0,1707	0,1719

**Tabel 3. Pengaruh kecepatan pengaduk (lanjutan)** (Suhu  $110^\circ\text{C}$ , katalisator 2 % berat minyak, etanol/minyak = 6 mg/mg)

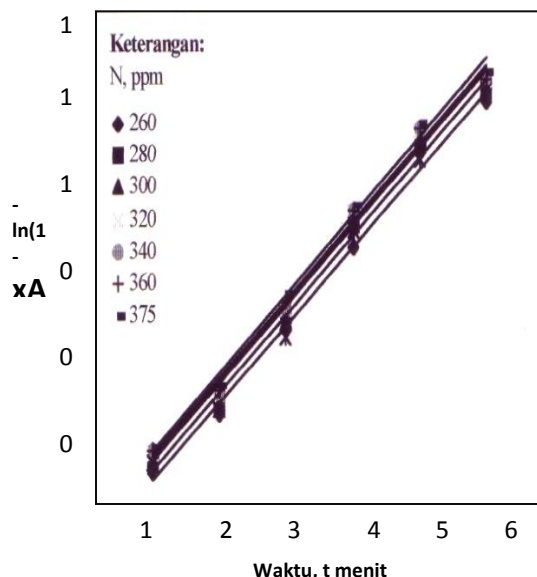
Waktu, menit	Konversi, x bagian, pada kecepatan putaran pengaduk		
	340 ppm	360 ppm	375 ppm
10	0,3117	0,3127	0,3148
20	0,3995	0,4032	0,4089
30	0,5065	0,5155	0,5241
40	0,6062	0,6063	0,6113
50	0,6743	0,6758	0,6778
60	0,7109	0,7102	0,7146
$k'(10^2)$ menit <sup>-1</sup>	1,8282	1,8160	1,8295
b	0,1742	0,1832	0,1893

Hal ini di perkuat lagi dengan hubungan  $k'$  dengan kecepatan pengadukan ( $N$ ), yang dapat disajikan dengan :

$$k' = 1,3108 (10^{-2}) N^{0,0574} \quad (8)$$



Kesalahan  $k'$  hasil penelitian rata-rata 0,39 % dan penyimpangan  $x \pm 0,21$  % dari persamaan (8) tampak bahwa Indeks Reynolds mempunyai nilai 0,0574 yang jauh lebih rendah dari 0,5. Hal ini menunjukkan dengan jelas bahwa reaksi kimialah yang berperan (Johnstone and Thring, 1957).



Gambar 6. Hubungan  $-\ln(1-x_A)$  dengan kecepatan pengadukan

### Pengaruh perbandingan ekuivalen etanol-minyak

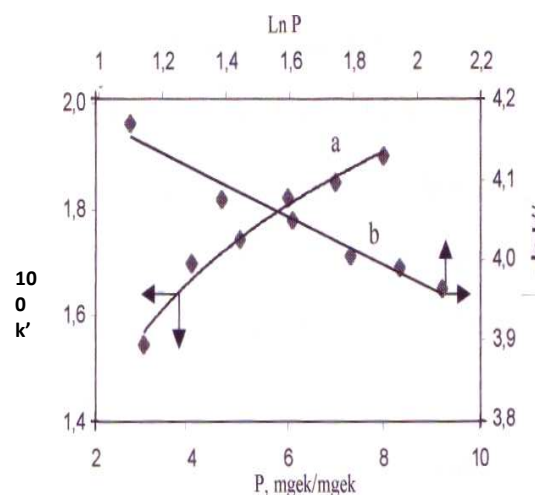
Makin besar perbandingan ekuivalen etanol-minyak, maka kemungkinan tumbukan antara zat-zat pereaksi menjadi makin besar (lihat Tabel 4). Hubungan antar  $-\ln(1-x_A)$  dengan waktu,  $t$ , berupa garis-garis lurus juga, dan nilai  $k'$  nya tertera pada Tabel 4. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi berorde satu semu terhadap gliserid.

Tabel 4. Pengaruh bandingan pereaksi (Suhu 110 °C, kecepatan pengaduk 320 ppm, katalisator 2 % berat minyak)

Waktu, menit	Konversi, x bagian, pada perbandingan ekuivalen		
	3,0142	4,0180	5,0210
10	0,2342	0,2683	0,2899
20	0,3252	0,3561	0,3915
30	0,4158	0,4550	0,4846
40	0,5227	0,5593	0,5830
50	0,5955	0,6400	0,6612
60	0,6343	0,6705	0,6894
$k'(10^2)$ menit <sup>-1</sup>	1,5447	1,6987	1,7437
b	0,0998	0,1239	0,1610

Tabel 4. Pengaruh bandingan pereaksi (lanjutan) (Suhu 110 °C, kecepatan pengaduk 320 ppm, katalisator 2 % berat minyak)

Waktu, menit	Konversi, x bagian, pada perbandingan ekuivalen		
	6,0161	6,9943	7,9442
10	0,3099	0,3206	0,3275
20	0,3968	0,4190	0,4354
30	0,5056	0,5255	0,5381
40	0,6035	0,6220	0,6301
50	0,6734	0,6793	0,6942
60	0,7091	0,7220	0,7320
$k'(10^2)$ menit <sup>-1</sup>	1,8230	1,8510	1,9006
b	0,1719	0,1963	0,2076



Gambar 7. Hubungan antara  $k'$  dengan perbandingan pereaksi

Kalau  $-\ln k'$  dan  $\ln P$  di buat grafik, diperoleh garis lurus (Gambar 7), dan dengan cara kuadrat terkecil diperoleh persamaan :

$$k' = 1,2578 (10^{-2}) P^{0,2032} \quad (9)$$

Kesalahan rata-rata  $k'$  hasil penelitian terhadap persamaan (9) adalah 1,00%, dan penyimpangan  $x \pm 0,87$  %.

### Pengaruh gabungan variabel

Dengan memperhatikan kecenderungan yang ditunjukkan oleh setiap variabel secara terpisah, maka pengaruh gabungan variabel :

$$k' = \beta_0 e^{\beta_1/T} N^{\beta_2} P^{\beta_3} \quad (10)$$

Dengan cara kuadrat terkecil diperoleh nilai  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ , sehingga persamaan (10) menjadi :

$$k' = 1659,2152 e^{4668,74/T} (7,4976 \cdot 10^{-3} + 4,6455 \cdot 10^{-3} H) N^{0,0529} P^{0,1824}$$

dengan ralat rata-rata  $k'$  hasil percobaan terhadap persamaan (11) sebesar  $\pm 13,66 \%$ , dan penyimpangan  $x \pm 8,89 \%$ .

### Pembandingan hasil

Hasil penelitian ini, jika dibandingkan dengan hasil penelitian lain, ternyata semuanya berorde satu semu dan konversi gliserid tidak berbeda jauh (Tabel 5).

Tabel 5. Perbandingan etanolisis

	Minyak Kepuh	Minyak Biji nyamplung g****	Minyak biji karet *	Minyak k jarak pagar*	Minyak k biji kapuk	Minyak goreng bekas s***
Waktu, menit	60	60	60	60	60	60
Suhu tertinggi, °C	120	120	120	120	120	120
Tekanan, atm	3,37	3,6	2,6	5,01	1	4,5
Katalisator	Bekas (padat)	Amberlyst-15	HCl	NaOH	K <sub>2</sub> C O <sub>3</sub>	Ziolit Alam
Jumlah katalisator	2 %	0,1071 g/gminyak	11,67 07 mgek/ L	0,71 38 %	0,5 %	2,3 1 %
Etanol/minyak mgek/mgek Orde reaksi	6	10,3317	7,745 9	10,4	3,34	6
Konversi, %	72,2 0	70,47	83,51	84,6 1	67,7 0	74, 47

### Keterangan :

\*Andaka (1990),

\*\*Junaedi(1990),

\*\*\*Lestari(1995),

\*\*\*\*Faroug (1995)

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat pada penelitian ini ialah:

1. Reaksi alkoholisis minyak biji kepuh pada tekanan diatas 1 atm, dengan katalisator buangan perengkahan minyak bumi, dikendalikan oleh reaksi kimia yang berorde satu semu terhadap gliserid, dan berlangsung didalam fase cair.
2. Keadaan yang relatif baik dicapai pada suhu 110 °C, persentase katalisator 2 % berat minyak, kecepatan pengadukan 320 ppm, dan perbandingan pereaksi 6 mgek/mgek, konversi yang diperoleh 0,7091 bagian.
3. Ester yang diperoleh mempunyai sifat-sifat fisis yang mendekati spesifikasi minyak disel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andaka, G. (1990). Alkoholisis Minyak Biji Karet dengan Etanol pada Tekanan lebih dari Satu Atmosfer Memakai Katalisator Asam Khlrid. Laporan Penelitian. Yogyakarta: Jurusan Teknik Kimia Universitas Gadjah Mada.
- Anonim. (2008). *Estimated US Biodiesel Production*. [Terhubung Berkala]. [http://www.biodiesel.org/pdf\\_files/fuelfactsheets/Production\\_Graph\\_Slide.pdf](http://www.biodiesel.org/pdf_files/fuelfactsheets/Production_Graph_Slide.pdf). [14 November 2009].
- Faroug, U. (1995). *Alkoholisis Minyak Biji Nyamplung dengan Etanol Memakai Katalisator Amberlyst-15 pada Suhu di Atas Titik Didih Normal*. Laporan Penelitian. Laboratorium Proses Kimia. Jurusan Teknik Kimia Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Griffin, R. C. (1955). *Technical Methods of Analysis*. 2 ed. pp. 107-110. McGrawHill Book Company. Inc. New York.
- Hill Jr, C.G. (1977). *An Introduction to Chemical Engineering Kinetics & Reaktor Design*. pp. 220-226. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Janulis, P., Sendzikiene, E., Makareviciene, V., and Kazancev, K. (2005). *Usage of Fatty Waste for Production of Biodiesel*. [Terhubung berkala]. [www.apini.lt/includes/getfile.php?id=148](http://www.apini.lt/includes/getfile.php?id=148). [11 Juli 2009].
- Junaedi, P. (1985). *Alkoholisis Minyak Jarak Pagar dengan Katalisator Natrium Hidroksid pada Tekanan di atas Satu Atmosfer*. Laporan Penelitian. Laboratorium Proses Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Johnstone, R. E. and Thring, M. W. (1957). *Pilot Plant Models and Scale Up Method in Chemical Engineering*. pp. 66-67. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York.
- Lestari, R.A.S. (1997). *Alkoholisis Minyak Goreng Bekas pada Tekanan Lebih dari satu Atmosfer dengan Katalisator Zeolit Alam yang Diaktifkan*. Tesis diajukan



- pada Fakultas Pasca Sarjana UGM Yogyakarta.
- Perry, J.H. and Green, D.W. (1984). *Chemical Engineers' Handbook*. 6 ed. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York.
- Shadily, H. (1982). *Ensiklopedi Indonesia*. vol. 3. p.1747. Ichtiar baru Van Hoeve. Jakarta.
- Sofiyah, Agra, I. B., and Bendiyasa, I. M. (1995). *Kinetika Reaksi Etanolisis Minyak Biji Kapuk dengan Katalisator Natrium Hidroksid dan Penambahan Garam Anorganik*. BPPS-UGM. 9, (1 C), 15-27.
- Westerterp, K. R., Swaaij, W. P. M. V., and Beenackers, A. A. C. M. (1984). *Chemical Reactoris Design and Operation*. P. 16, John Wiley and Sons. New York.